

## НАПРАВЛЕНИЯ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ПО ОБЕСПЕЧЕНИЮ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТИ ЭНЕРГЕТИКИ

При оценке путей развития мировой энергетики необходимо учитывать сложный комплекс факторов – направления и приоритеты мировой экономики и промышленности, технологические, ресурсные и экологические возможности, энергетические, политические, демографические проблемы, а также вести учет взаимного влияния всех указанных факторов друг на друга. Важно учесть зависимость развития энергетики и уровня экономики. Энергетика требует объединения усилий всего человечества для решения возникших проблем и определения стратегии развития. Главная задача — предотвращение экологического кризиса, стимулирование процесса перехода к энергетике нового типа.

***Annotation.** It is necessary to take account the difficult complex of factors: directions and priorities of world economy and industry, technological, resources and ecological possibilities power, political, demographic problems, and also to register mutual influencing of all indicated factors on each other at estimation ways of the development world energy. It is important to take account dependence the energy development and economic level. The energy requires associations of efforts all humanity for the decision problems and determination strategy of development. A main task is prevention of ecological crisis, the stimulation process of transition to energy new type.*

Два главных взаимозависимых аспекта активной дискуссии в области энергетики, которые составляют основу мировой проблемы, - спрос на долгосрочные устойчивые источники энергии и необходимость экологической безопасности при их получении и использовании. Вопросы устойчивого и безопасного развития энергетики неразрывно связаны с общемировыми, глобальными проблемами, такими, как изменение климата, устойчивое развитие экономики, сокращение уровня бедности и обеспечение нормальной жизнедеятельности населения. Важно понимать ведущую роль, которую могут играть рынки и глубоко продуманная политика в решении двойной проблемы: как удовлетворить энергетические потребности миллиардов людей, стремящихся повысить свой уровень жизни, и как сделать это безопасным и устойчивым образом. За последние 50 лет при удвоении населения планеты производство зерна утроилось, почти в 4 раза выросло потребление энергии, в 5 раз - общая экономическая активность. Уже четверть века назад было показано, что продолжение такого типа развития ввергнет мир в экологическую катастрофу.

Оценка направлений развития будущего мировой энергетики осложняется тем, что необходимо учитывать сложный комплекс факторов – направления и приоритеты мировой экономики и промышленности, технологические, ресурсные и экологические возможности, энергетические, политические, демографические и социокультурные проблемы, а также учет взаимного влияния всех указанных факторов друг на друга. Особенно важно учесть зависимость развития энергетики и уровня экономики. Для решения этих задач наиболее целесообразно применять комплексный подход, т.е. вести непрерывный учет и оценку возможного совместного развития вышеперечисленных направлений.

Энергетика, как никакая другая отрасль общемировой промышленности, требует на нынешнем этапе объединения усилий всего человечества для решения возникших проблем и определения стратегии развития. Главная задача — предотвращение экологического кризиса. Поэтому можно считать, что основным направлением развития энергетики, при выборе впоследствии любых направлений технических решений, следует принять то направление, которое сможет опираться на технологии и источники, не добавляющие энергию в биосферу Земли. В рамках Киотского протокола и пост-Киотских соглашений, национального экологического законодательства создаются правовые и экономические механизмы, которые стимулируют процесс перехода к энергетике нового типа.

Прогноз развития мировой энергетики интересует не только энергетические компании, он интересует всех. Это выводит на первый план экономические механизмы, регулирующие мировые энергетические рынки, и способы превращения альтернативных политик в альтернативные результаты. Однако точные цифры не так важны, как лежащее в их основе понимание проблем в плане добычи и потребления энергоресурсов.

Общий показатель, определяющий уровень потребностей в топливно-энергетических ресурсах (ТЭР) — их потребление на душу населения. Он зависит от структуры промышленности, климата, размеров конкретной страны, так как ТЭР значительно расходуются при транспортировке. В среднем он отражает общий уровень потребностей, которые связаны с технологическим и экономическим развитием. Иными словами, без достижения некоторого уровня потребления ТЭР на душу населения невозможно достижение развития производительных сил и экономического благосостояния. Анализ мировых запасов ТЭР и моделирование динамики спроса и предложения, структуры топливно-энергетического баланса позволяет считать, что мировая энергетика до 2030 г. останется преимущественно топливной, в частности углеводородной.

Тепловая и атомная энергетика являются «добавляющими» источниками энергии к солнечной. Они способны вызвать тепловой избыточный нагрев окружающей среды с вытекающими глобальными экологическими последствиями, поэтому предел производства добавляющей энергии неизбежен в недалеком будущем. По предварительным расчетам предельно допустимая величина вырабатываемой на Земле в течение года энергии не должна превышать 3-5 % от энергии, передаваемой на Землю Солнцем. Увеличение на несколько градусов температуры нижних слоев атмосферы может привести к таянию ледников в Гренландии и Антарктиде и затоплению части суши, на которой проживают сейчас почти четвертая часть населения.

Перспективы роста альтернативных ископаемому топливу видов энергии довольно противоречивы. Для расчета в настоящее время принимают суммарную долю источников энергии, альтернативных ископаемому топливу, равной 20% и оставляют ее неизменной на весь период прогнозного расчета. Очевидно, что такое предположение весьма консервативно и не учитывает возможностей радикального изменения баланса ТЭР в результате научно-технического прогресса. Тем не менее, представляется необходимым в качестве исходного вари-

анта расчета установить возможность практической экстраполяции на будущее того, что имеется сейчас, тех технологий, которые реально существуют в промышленных масштабах, соотношений отраслей топливно-энергетического комплекса, которые сложились в мире.

Энергоресурсосбережение— основное направление развития экономики любого государства. Инвестиции в энергоэффективность должны вести к сокращению расходов на энергию, росту конкурентоспособности, улучшению надежности снабжения и снижению воздействия на экологию. Несмотря на явные преимущества, программа энергоэффективности в промышленности внедряется достаточно трудно из-за существования многочисленных барьеров. Эксперты выделяют следующие препятствия для внедрения современного энергосберегающего оборудования:

- 1) отсутствие механизмов финансирования (нет работающих схем финансирования проектов);
- 2) отсутствие финансирования создания новой техники;
- 3) отсутствие механизмов подготовки кадров;
- 4) отсутствие информации о принципах подбора и работы энергоэффективного оборудования и о возможностях его обслуживания.

Внедрение энергоэффективных технологий и оборудования в производство может дать до 30 % сокращения потерь, обеспечить повышение экономичности отраслей, снижение вредных выбросов и т.д. Но достижение ощутимого эффекта от политики энергосбережения возможно лишь при существенных структурных сдвигах в создании и использовании энергосберегающих технологий по всей цепочке «выработка – передача – потребление» электроэнергии во всех отраслях экономики и социальной сфере. Разработка и внедрение таких технологий во многом обусловлены уровнем применяемого электротехнического оборудования. Единичная замена нескольких двигателей, трансформаторов или генераторов на предприятии или электростанции не может считаться энергоэффективной модернизацией и не даст ощутимого результата. Ввод энергоэффективного оборудования должен проходить комплексно. Целесообразно составлять такие программы на основе комплексного анализа всех параметров, среди которых следует отметить режимы и условия эксплуатации, способы диагностики. Если работы по модернизации агрегатов проводятся после правильного анализа всех параметров, то экономический эффект уже будет с самого начала промышленной эксплуатации оборудования.

Электротехническая отрасль должна быть способной предложить промышленности новые решения в области энергоэффективного оборудования. Учитывая моральное старение большей части выпускаемой продукции, необходимо разрабатывать и поставлять на рынки следующие поколения электротехники, обеспечивающие переход на новые технологии во всех отраслях реального сектора экономики, социальной сфере. Мировая практика обновления технологий производства электротехнической продукции предусматривает обновление оборудования в среднем раз в 8 - 10 лет. При этом в массовом масштабе в промышленности Украины обновление электротехнических установок не проводилось с 90-х гг. Украинская экономика остается неконкурентоспособной и с

точки зрения затрат энергии. По данным *International Finance Corporation*, энергоёмкость ВВП на 1 доллар в нашей стране приблизительно в два раза выше, чем в среднем в мире. Основная причина этой проблемы - морально и физически устаревшее электрооборудование, в большинстве случаев являющаяся наследием прежних времен. Технологии, которые использовались ранее, не отличались экономичностью. В Советском Союзе не задумывались о снижении потребления основных энергоносителей — газа и электроэнергии. Причиной этого была низкая стоимость ресурсов. В настоящее время это изменилось и потребитель промышленного оборудования, и в первую очередь электрических машин, предъявляет повышенные требования к энергоэкономичности, качеству, эксплуатационной надёжности оборудования.

Обеспечение конкурентоспособности на рынке промышленных товаров вынуждает заводы - изготовители проводить расширенные испытания, подвергать узлы и детали различным видам диагностики, заносить данные в техническую базу-накопитель, чтобы в дальнейшем у потребителя можно было провести мониторинг, проследить за работой механизма длительное время, и, в случае необходимости, провести сервисное обслуживание или своевременный ремонт. При этом в промышленности, особенно в энерго- и электроснабжении, основное энергетическое оборудование, более чем на 70 %, отработало свой технический ресурс. В короткие сроки заменить устаревшее оборудование не удастся из-за ограниченных материальных средств, поэтому необходимо проводить широкомасштабную работу по проверке старого, но еще работающего оборудования, диагностировать его техническое состояние и, по возможности, продлевать срок его службы. Такую работу можно провести только силами науки, промышленности и эксплуатирующих организаций. Для этого необходимо обеспечить организацию сотрудничества между предприятиями - изготовителями электрических машин, предприятиями по их сервисному обслуживанию и предприятиями, эксплуатирующими электрические машины с целью увеличения гарантийного срока за счет внедрения современных стационарных и переносных систем контроля качества и сервисного обслуживания.

Реальный экономический эффект от применения нового оборудования должен быть выделен на основе суммы факторов. В течение жизненного цикла электрооборудования, расходы на электроэнергию составляют до 60 % всех эксплуатационных затрат, расходы на приобретение самого оборудования — только 5÷10 %. Если понимать эффект, как сумму всех преимуществ, которые возникают при эксплуатации более совершенного электрооборудования, то, кроме технических преимуществ энергоэффективного электрооборудования и экономии расходов на электроэнергию, следует учитывать снижение расходов на техобслуживание, а также весь комплекс дополнительных услуг по консультациям, диагностике и сервису.

Стоимость энергоэффективных элементов электрооборудования окупается в вопросах собственного энергопотребления, в зависимости от условий его эксплуатации и цен на ресурсы, в течение года и нескольких лет. И при дальнейшем росте тарифов на электроэнергию этот срок будет сокращаться. В целом, понимание технико-экономической перспективности перевода энергоёмких по-

требителей электроэнергии на использование новых энергосберегающих изделий электротехники: генераторов, электродвигателей, трансформаторов, низковольтной и высоковольтной аппаратуры, - приведет к решению вопроса планового выделения средств на обновление установленной электротехнической продукции на транспорте, в промышленности, в быту, позволит повысить уровень технологичности производства на предприятиях и в организациях, занятых ее выпуском, повысить надежность и ресурс электрооборудования в 1,2÷1,3 раза, повысить КПД основных видов оборудования и, по оценкам ведущих отечественных экономистов, получить экономию при замене парка электротехнических изделий их новыми видами в объеме до 40 млрд. кВт·час в год.

Украина по макроэкономическим показателям является одним из самых бедных европейских государств с наиболее низкими доходами населения, что приводит к отсутствию в государстве социального и экономического фундамента для инновационного пути развития, хотя во многих украинских публикациях идет непрерывный разговор о необходимости смены инерционного развития на инновационное. Кабинет министров Украины установил новый ориентир – до 2015 года уменьшить энергоемкость внутреннего валового продукта на 20%, а также обеспечить производство не менее 10 % энергии из возобновляемых источников и от альтернативных видов топлива. Для достижения таких целей разработана Государственная целевая программа энергоэффективности и развития производства энергоносителей от возобновляемых источников. Согласно документу, в сокращение энергозатрат и строительство новых энергогенерирующих объектов, подключение альтернативных объектов энергетики, в течение пяти лет планируется вложить 347,82 млрд. грн. В частности, из государственного бюджета будут профинансированы программы общей стоимостью 13,81 млрд. грн, из местных бюджетов – стоимостью 15 млрд. грн. Остальные 319 млрд. грн. приходится на частные инвестиции. Но даже плановое, полноценное развитие нетрадиционной энергетики не решит вопрос энергообеспечения страны. По данным Международного Энергетического Агентства (МЭА), доля возобновляемых источников энергии (исключая большую гидроэнергетику) в мировом производстве электроэнергии увеличится с текущего показателя (около 3%) до 15% в 2035 году.

Задача, которую решают сегодня – изучение солнечного и ветропотенциала, определение приоритетных районов для размещения солнечных и ветроэлектростанций (ВЭС), исследование текущего состояния малых ГЭС. Проведение этих исследований позволит в дальнейшем инвесторам не проводить дорогие исследования – информация о том, где выгоднее всего развивать «зеленую» энергетику, будет общедоступной. К тому же государство берет на себя обязательства по реконструкции и строительству электросетей для подключения «альтернативных» энергообъектов. Именно на эти цели пойдут бюджетные средства, заложенные в «Государственную целевую программу энергоэффективности и развития производства энергоносителей из возобновляемых источников». Ведется работа и по упрощению разрешительной системы в вопросах внедрения ВИЭ в общую систему энергообеспечения. Например, предполагается введение единого разрешительного документа для производителей «зеле-

ной» энергии, который будет выдавать независимый орган - Национальная комиссия регулирования электроэнергетики. Но удельная плотность электроэнергии, получаемой от возобновляемых источников, настолько низкая, что нельзя предположить, что она сможет полностью заменить классические источники: тепловые, (в том числе, атомные), электростанции.

На государственном уровне идет освоение программ, способных заинтересовать инвесторов и направить денежные потоки в энергоэффективное русло. К примеру, была либерализована система налогообложения для компаний, готовых вкладывать средства в энергоэффективность и возобновляемую энергетику:

- принят закон об отмене налога на прибыль, которую инвестор вкладывает в развитие собственного производства, в повышение его энергоэффективности;
- при внедрении в производство энергоэффективных технологий сокращается величина НДС;
- на государственном уровне освобождено от таможенного сбора и НДС импортное энергосберегающее оборудование, а также техника, необходимая для производства биотоплива или других возобновляемых источников;
- составлен перечень энергосберегающих материалов, оборудования и комплектующих, которые освобождаются от уплаты ввозной пошлины и налога на добавленную стоимость. Он содержит более 300 наименований.

Главные стратегические направления деятельности по обеспечению энергоэффективности промышленного производства следующие:

- 1) снижение технологических потерь электроэнергии в системах электроснабжения;
- 2) снижение потерь из-за низких метрологических характеристик приборов учета электроэнергии;
- 3) снижение затрат природно-энергетических ресурсов при использовании конечными потребителями;
- 4) снижение материальных затрат на используемую электроэнергию;
- 5) снижение вероятности возникновения чрезвычайных ситуаций техногенного и природного характера;
- 6) повышение эффективности использования тепловой энергии;
- 7) качественная и современная диагностика технического состояния энергетического оборудования;
- 8) снижение затрат на электроэнергию и теплоснабжение в коммунальном хозяйстве и социального, административного и культурного назначения;
- 9) снижение затрат на электроэнергию в жилищном хозяйстве;
- 10) повышение надежности энергоснабжения и снижение эксплуатационных расходов на энергетическое оборудование;
- 11) комплектная поставка электротехнической продукции.

Основным элементом любой энергогенерирующей установки (электростанции) является генератор, его совершенство и надежность работы во многом обеспечивает энергоэффективность промышленного производства. За последние пятьдесят лет единичная мощность турбогенераторов (ТГ) возросла в  $7\div 7,5$  раз, от 200 до 1500 МВт. При этом машины стали столь крупными, что возник-

ла проблема перевозки их по железной дороге, что определило задачу сохранения практически неизменным их объем при возрастающей мощности ТГ. Прогноз развития турбогенераторостроения базируется на потребностях электроэнергетики, на разработке научных основ создания энергетических блоков, на достижениях многих отраслей промышленности. Сверхмощные энергетические блоки потребуются для ТЭС на органическом топливе, и особенно для АЭС с реакторами на тепловых и быстрых нейтронах.

Развитие ТГ традиционного исполнения требует непрерывного проведения научных исследований. Мощность машин можно поднимать за счет интенсификации их работы:

- интенсификации процессов охлаждения обмоток статора и ротора, сердечника статора и конструктивных элементов машин;
- использования лучших электроизоляционных материалов, а также электротехнических сталей и поковок с более высокими магнитными и прочностными характеристиками;
- создания новых видов формирующихся материалов для крепления обмоток;
- всесторонних ресурсных исследований материалов и конструктивных узлов для сооружения высоконадежных машин;
- изучения режимов работы сверхмощных ТГ в энергосистемах при нормальных и аварийных условиях и т.д.

Разработка высокоэффективных ТГ возможна только на основе комплексного решения научных проблем, связанных, как непосредственно с машиной, так и с системами возбуждения, регулирования, контроля и защиты. Развитие полупроводниковой техники создает для этого благоприятные условия. Перспективно внедрение генераторов, созданных с использованием высокотемпературных сверхпроводников (ВТСП), что позволит уменьшить массу и габаритные размеры ТГ, увеличить их предельную мощность и КПД. Реализация преимуществ использования явления сверхпроводимости в электрических машинах поставила перед электротехнической промышленностью новые, не свойственные традиционному электромашиностроению, проблемы научного, опытного, конструкторского и технологического плана из-за особенностей физических процессов и особенностей их конструкции.

Для эксплуатационных характеристик ТГ старых типов, установленных на большинстве электростанций, проблемой является, кроме физического износа, измененные условия работы энергосистемы. Они недостаточно маневренны, существенно ограничены в потреблении реактивной мощности из сети, возможностями систем охлаждения и возникающими избыточными механическими усилиями в торцевых пакетах сердечника статора, ограниченными возможностями контроля, недостаточной автоматизацией и др. В ТГ старых типов наблюдается избыточный нагрев конечных (торцевых) пакетов сердечников статора с нарастающими в таких режимах механическими усилиями, что способствует «распушиванию» торцевых пакетов. В старых конструкциях ТГ также несовершенны способы крепления лобовых частей обмоток статоров шнуровыми бандажами. Устарели и материалы, которые применяются для этой цели, в том числе изоляционные и прокладочные. Используемая в настоящее время

система крепления приводит к их ослаблению, к усилению вибрации стержней и к возможным замыканиям в пазовых частях обмотки статора. Вибрации стержней обмоток в лобовых и пазовых частях вызывают нарушение герметичности трактов водяного охлаждения, что может спровоцировать аварию.

С учетом вышеизложенного, при проектировании новых ТГ следует устанавливать, кроме основных (уточненных и новых), дополнительные требования, такие как:

- обеспечение повышенной маневренности генераторов по выработке активной и реактивной энергии с возможностью глубокого потребления последней из электросети. Потребление реактивной мощности должно ограничиваться только фактором стойкости, а не нагревом и механическими процессами в торцевых зонах сердечника статора;

- при проектировании следует предусмотреть установку в генераторах тиристорных пусковых устройств для обеспечения высокой маневренности (в частности, скорости пуска и останова) частотным методом;

- обеспечение возможности регулирования частоты вращения генераторов при сохранении неизменной частоты их связи с сетью для повышения экономических и режимных показателей электростанций. Это целесообразно и для некоторых возобновляемых источников электроэнергии (ГЭС, ГАЭС, ветровых, приливных и др.);

- необходимо предусмотреть высокие управляемость и контролепригодность генераторного оборудования всех типов, (в том числе такого, которое регулируется по частоте вращения) с широкой степенью автоматизации.

Из-за изменения величины и характера нагрузки, больших «провалов» и более ярко выраженных «пиков» энергопотребления, значительного вклада в энергосистему электроэнергии тепловыми станциями с практически полностью изношенным оборудованием, частота тока в электросети Украины последние несколько лет находится на уровне 49,5 - 49,7 Гц. Более низкие значения частоты опасны для работы всей энергосистемы и электрооборудования. Например, при снижении частоты в сети до 49,0 Гц реакторы энергоблоков АЭС должны разгружаться до 10 % номинальной тепловой мощности, а это может повлечь дополнительное увеличение дефицита мощности и осложнить аварийную ситуацию в энергосистеме, т.к. вклад АЭС в Украине достигает 52 %.

В ЕЭС России ситуация более стабильная, частота поддерживается в достаточно узких границах, пределы наибольших отклонений частоты от 50 Гц меньше:  $\pm 0,15$  Гц, - наблюдаются лишь в часы утренних пиков нагрузки.

Кроме проблемы поддержки уровня частоты напряжения в сети, существует проблема его регулирования. Сезонные и другие провалы, изменения нагрузки в системах с линиями 330-750 кВ приводят к появлению избытков реактивной мощности на уровне сотен Мвар и росту напряжения в линиях. Регулирование напряжения может осуществляться эффективно во всех режимах работы генератора по активной и реактивной нагрузке (включая режим компенсатора при полном потреблении реактивной мощности) и не влияет на общую устойчивость генератора. Основным условием обеспечения статической устойчиво-



сти является правильный выбор настройки коэффициентов обратных связей регулятора в канале регулирования электромагнитного момента.

Чтобы нормализовать напряжение на станциях и в сети, необходимо осуществлять регулирование с компенсацией избытков реактивной мощности. Для решения этой проблемы недостаточно установление реакторов, трансформаторов и автотрансформаторов с РПН. Существующие проблемы могут дополнительно осложняться при эксплуатации энергосистем без надлежащего взаимодействия компаний, которые генерируют и передают.

Возможно изменение режимов эксплуатации турбогенераторов ТЭС и АЭС с целью изменения численного соотношения вырабатываемой ими активной и реактивной энергии. Для этого необходимы режимы работы турбогенераторов АЭС с повышенными значениями коэффициентов мощности до 0,994 - 0,999.

К числу ограничений, которые необходимо соблюдать при проектировании электрических машин (ЭМ), наряду с максимально допустимыми механическими и электрическими нагрузками, установлению массогабаритных параметров конструкций, которые характеризуют эффективность геометрии машины, степень рациональности выбора и использования конструкционных материалов и трудоемкостью технологических операций, относятся значения допустимых температур активных элементов конструкций. Общему прогрессу электромашиностроения всегда сопутствует оценка его конкурентоспособности, одним из главных критерием которых являются, наряду с массогабаритными характеристиками ЭМ, надежностью и электромагнитной загруженностью, тепловое состояние и обеспечение необходимой и достаточной системы охлаждения. На рис. 1 представлен турбогенератор серии ТВВ (ТВВ-500-2У3) производства завода «Электросила» с водяным охлаждением обмотки статора. На рис. 2 - модернизированный турбогенератор ТГВ-325-2У3, при создании которого использованы последние достижения в области электромашиностроения.

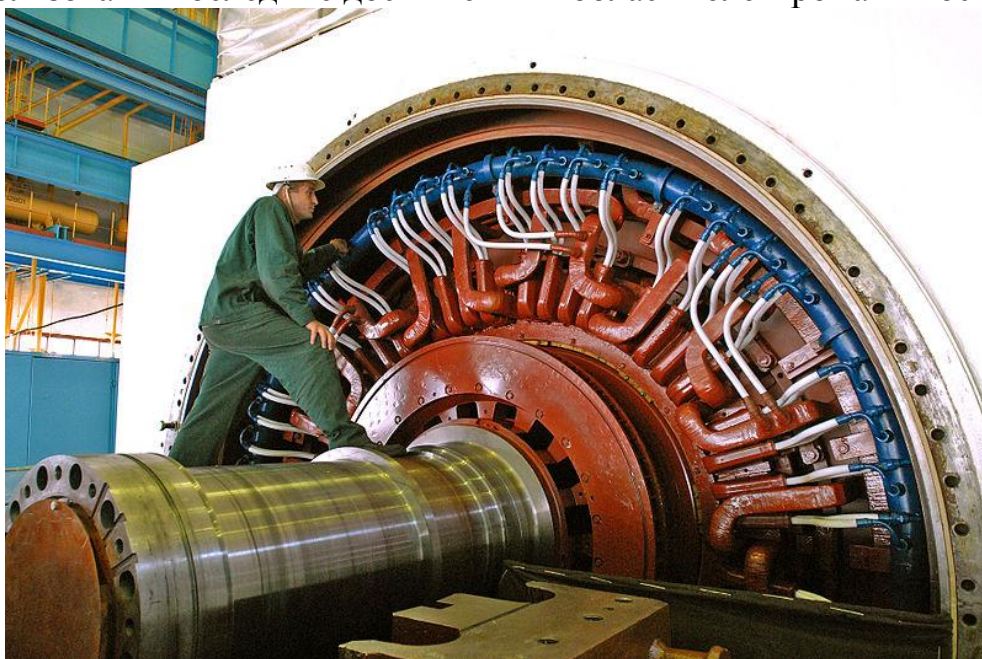


Рисунок 1 - Турбогенератор ТВВ-500-2У3

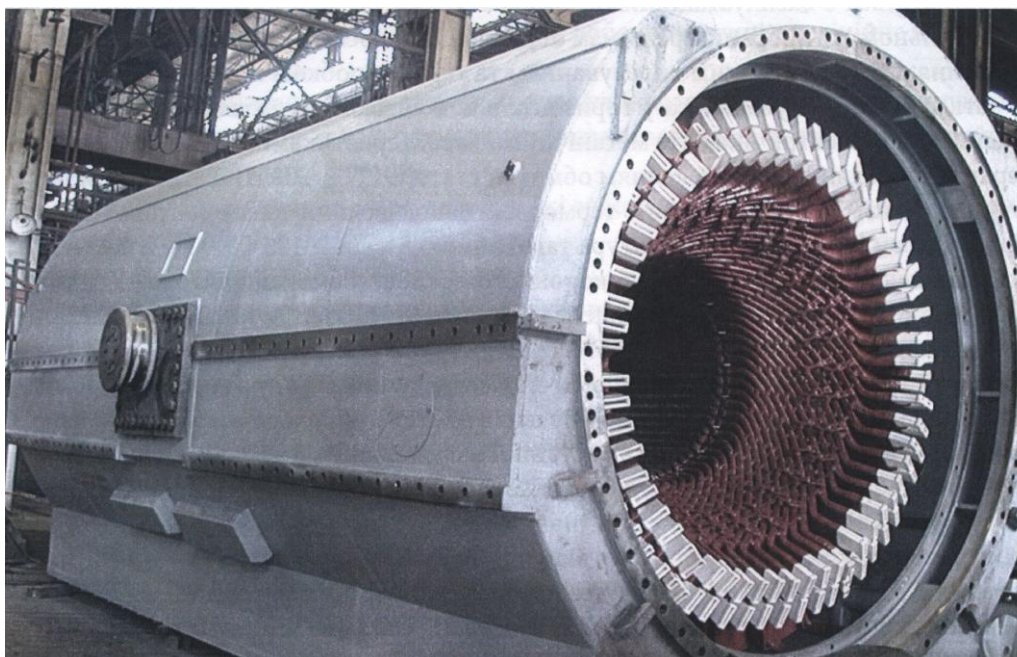


Рисунок 2 - Модернизированный статор турбогенератора ТГВ-325-2У3

Чем крупнее ТГ, тем он менее «устойчив» при параллельной работе. Происходит это потому, что единичная мощность ТГ растет, а их габариты по существу остаются без изменения. Нет большой разницы по массе между роторами машин  $300 \div 1000$  МВт, т.е. у мощных ТГ роторы становятся относительно более легкими, малоинерционными и поэтому менее устойчивыми в аварийных режимах, табл. 1.

Таблица 1 – Значения масс роторов ТГ мощностью  $300 \div 1000$  МВт

Турбогенератор	Мощность, МВт	Масса ротора, <i>t</i>	Турбогенератор	Мощность, МВт	Масса ротора, <i>t</i>
ТГВ-300-2	300	55,8	ТГВ-500-2	500	61,5
ТВМ-300-2	300	50,4	ТВМ-500-2	500	63,5
ТВВ-320-2У3	320	55,1	ТВВ- 800 - 2У3	800	84,0
ТГВ-320-2ПУ3	320	51,0	ТВВ- 1000 - 2У3	1000	86,5

Проблема снижения устойчивости работы крупных турбогенераторов с каждым новым повышением мощности становится все ощутимее. Компенсировать снижение устойчивости системы при относительном уменьшении массы больших машин можно применением быстродействующих тиристорных систем возбуждения и автоматических регуляторов напряжения (АРН).

Постоянная конкуренция среди производителей электромашиностроительной отрасли диктует новые технические и технологические требования к современным ТГ. Важным технико-экономическим показателем эффективности изготовления и эксплуатации ТГ является его ремонтпригодность, что опреде-

ляет конкурентоспособность машины, и выражается финансовым соотношением затраченных средств на длительность срока эксплуатации.

Технический и экономический уровень ремонта и реконструкции (модернизации) тепловых и атомных электростанций во многом зависит от себестоимости основного оборудования, т.е. от себестоимости турбогенератора и турбины. Генерируемая мощность и ремонтпригодность ТГ непосредственно зависят от используемых систем охлаждения.

**ВЫВОДЫ:** 1. При оценке направлений развития современной энергетики необходимо учитывать приоритеты совместного развития мировой экономики и промышленности, технологические, ресурсные и экологические возможности, политические, демографические проблемы, а также необходимость учета взаимного влияния всех указанных факторов друг на друга. Т.е. целесообразно применять комплексный подход.

2. Работы по совершенствованию конструкции, повышению качества и экономичности ТГ должны вестись с учетом усиления конкурентной борьбы за право поставок энергетического оборудования на мировой рынок, что требует проведения работ, в том числе и по такому фактору, как снижение массогабаритных показателей ТГ. При выборе конструкции ТГ и обеспечении требований его надежности необходимо учитывать широкий спектр характеристик электроприемников энергосистемы и динамичность режимов эксплуатации.

3. Необходимо проводить широкое внедрение комплексных систем технической диагностики в режимах *on-line*, плановых и аварийных ремонтах для своевременного выявления предаварийного состояния машин, устранения имеющихся неисправностей и исключения длительного простоя ТГ из-за аварийного выхода из строя.

4. Актуален вопрос повышения единичной мощности ТГ, т.к. это является одним из реальных направлений энергосбережения. Это возможно, т.к. общая мощность энергосетей стала выше, т.е. устойчивее в случае внезапного отключения мощного генерирующего элемента системы. Рост единичной мощности ТГ приводит к снижению удельных затрат на материалы, на удельные капиталовложения при сооружении станций и, в результате, к снижению стоимости электроэнергии. Также перспективно рассмотрение использования сверхпроводимости в турбогенераторостроении, что позволит снизить массу ТГ и повысить КПД.

5. Современные исследования в турбогенераторостроении в мировой практике направлены на отказ в ТГ мощностью до 300 МВт и более от водородного охлаждения и перевод их на воздушное охлаждение.

Шевченко В.В., к.т.н., доцент, НТУ «ХПИ»